

UDK: 631.31

*Stručni rad
Professional paper*

ZASTUPLJENOST SPECIJALNIH TIPOVA ČELIKA U PROJEKTOVANJU I PROIZVODNJI RADNIH DELOVA POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE

Srdan Bulatović**Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Srbija*

Sadržaj: Izbor materijala je veoma važan faktor za razvoj poljoprivrednih mašina. Rad prikazuje osnovne osobine i znanja o strukturi, svojstvima, obradi, i primeni posebnih tipova mašinskih materijala, koji su dominantni materijali u proizvodnji i izradi radnih delova ili specijalnih delova (sečiva, radne ivice) kod poljoprivredne mehanizacije (plugovi, tanjirače, rotor i slično). Analizirani su posebno primenjivani tipovi mašinskih materijala, kao što su određeni tipovi legiranih čelika, sa svojim karakteristikama i osobinama. Dat je akcenat na izbor legiranih čelika u fazi projektovanja vrlo opterećenih radnih delova poljoprivredne mehanizacije za obradu zemljišta, pre svega zbog produženja radnog veka konstrukcionih delova i uspešnog obavljanja radnih procesa.

Ključne reči: legirani čelici, projektovanje, izbor, primena, radni delovi mašina

UVOD

Pouzdanost i radni vek poljoprivrednih mašina se obezbeđuje primenom savremenih tehnologija i metoda kontrole pri njihovoj izradi. Primena materijala koji ne odgovaraju zahtevima projekta dovodi do snižavanja pokazatelja kvaliteta pa samim tim moramo voditi računa o mnogim pokazateljima prilikom izrade mašinskih materijala. Odabirom materijala koji imaju dobra svojstva, možemo mnogo da utičemo na kvalitet konstrukcije poljoprivredne mašine kao i na radni vek same konstrukcije, što je veoma važan pokazatelj. Jedno od važnih svojstava je tvrdoća kao jedan od bitnijih faktora u fazi projektovanja poljoprivrednih mašina, koja je detaljnije definisana u daljem tekstu rada. Uz dobra svojstva i mehaničku obradu legiranih materijala možemo doći do elemenata konstrukcije koji najoptimalnije odgovaraju uslovima eksploatacije poljoprivrednih mašina.

* Kontakt autor: Srdan Bulatović, student doktorskih studija,
e-mail: srdjan.bulatovic@yahoo.com

Surovi radni uslovi i velika opterećenja su samo neka od iskušenja koja se stavljaju pred današnje savremene poljoprivredne mašine. Eksploatacione karakteristike ovih mašina ukazuju na pogodnost rada u skoro svim klimatskim uslovima. Usled neadekvatne eksploatacije značajno se snižava radni vek mašina [7]. Tendencije razvoja novih mašina danas, bazirane su na visokoj produktivnosti, uslovljavajući tako značajan porast: opterećenja, brzina i radnih temperatura. Kao posledice toga javljaju se problemi sa povećanim trenjem, habanjem, korozijom, neuravnoteženošću i pojavom vibracija [6].

Bitan faktor na izdržljivost i radni vek poljoprivrednih mašina je korozija, kao proces razaranja materijala koji prouzrokuje velike štete, a time i gubitke industrijskim preduzećima i stanovništvu. U cilju zaštite materijala od korozije danas se primenjuju različite metode. Zahvaljujući savremenim postupcima zaštite, industrija je postigla ogromne uštede koje su upotrebljene za njen razvoj i modernizaciju [5].

Razvoj poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta kreće se u pravcu usvajanja novih racionalnih radnih elemenata, kombinaciji pasivnih i aktivnih radnih elemenata različitog oblika i geometrije, ramske konstrukcije koja omogućava aplikaciju novi radnih elemenata, automatizaciji, optimizaciji kinematskih i energetskih parametara i razvoja novih rešenja i tehničkih sistema za obavljanje nekoliko operacija u jednom prohodu. Segmenti razvoja se više ne posmatraju odvojeno ili pojedinačno već kompleksno u konceptu razvoja poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta sa integrisanjem mašina za setvu, đubrenje i sađenje [8].

MATERIJAL I METOD RADA

Tvrdoća materijala

Pojava trenja je veoma česta pojava u operacijama obrade zemljišta, prilikom poljoprivredne proizvodnje. Trenje se pojavljuje između čestica zemljišta i radnih organa poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta i kod mehanizama koji ih pokreću. Tom prilikom dolazi do procesa istrošenja radnih organa i delova mehanizama, što dovodi do promene geometrijskih parametara alata koji se direktno odražavaju na kvalitet operacije, sredstava i vremena za održavanje.

Zajedničko za sve radne elemente, bilo pasivne ili aktivne, je istrošenje, zatupljenje ivice (zub bagera, raonik, nož grejdera, disk, motičica kultivatora) i istrošenje radne površine (klizne površine, disk, raonik) [1].

Jedan od osnovnih zadataka je da se prilikom projektovanja i konstruisanja radnih elemenata obezbede materijali sa što boljim mehaničkim svojstvima. Tvrdoća inženjerskih materijala, kao veoma važno mehaničko svojstvo, u velikoj meri utiče na ponašanje tih istih materijala pri kontaktu sa abrazivnom sredinom. S obzirom na sve teže uslove koji se sa razvojem nauke i tehnike postavljaju pred materijale od kojih su izrađene mašinske konstrukcije jedan od glavnih ciljeva u pogledu svojstava materijala je postizanje što bolje tvrdoće materijala, koji su visokootporni na habanje.

Definicija tvrdoće se zasniva na izračunavanju otpora kome se suprotstavlja jedno telo (zemljište) ka prodiranju drugog tvrdog tela (radni organ) u njegovu površinu. Za merenje tvrdoće materijala koriste se više metoda koje se međusobno razlikuju po obliku i materijalu utiskivača i po vrednosti sile dobijene utiskivanja. Razlika u uslovima

ispitivanja, oblika i veličini otiska onemogućuju da se rezultati ispitivanja po jednoj metodi mogu zameniti rezultatima druge metode.

Kada je u pitanju poljoprivredna proizvodnja, vršena su detaljna ispitivanja za utvrđivanje zavisnosti između otpornosti na istrošenje, pri abrazivnom istrošenju i tvrdoće različitih materijala. Relativna otpornost na istrošenje tehnički čistih materijala i termički neobrađenih čelika direktno zavisi od tvrdoće [1], koja se definiše:

$$\varepsilon = k \cdot H \quad (1)$$

gde je ε - relativna otpornost čelika na istrošenje

k - koeficijent proporcionalnosti

H - tvrdoća čelika

Za termički obrađene ugljenične i legirane čelike, zavisnost relativne otpornosti na istrošenje od tvrdoće ima linearni karakter:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + k^I \cdot (H + H_0) \quad (2)$$

gde je ε_0 - relativna otpornost čelika na istrošenje čelika u žarenom stanju

k^I - koeficijent proporcionalnosti koji zavisi od hemijskog sastava čelika

H_0 - tvrdoća čelika u žarenom stanju

Najzastupljenije metode za ispitivanje tvrdoće materijala koje su primenjene u konstruisanju poljoprivrednih mašina su Vikersova i Rokvela metoda. U sledećem delu ovog rada ćemo dati kratak opis ove dve metode, koje spadaju u grupu statičkih metoda.

Vikersova metoda

Kod ove metode kao utiskivač se koristi dijamantska piramida sa kvadratnom osnovom i uglom na vrhu od 136° . Sila utiskivanja može biti od 50 do 1200 N, a izbor zavisi od vrste i dimenzija ispitivanog materijala. Za određivanje tvrdoće potrebno je izmeriti dijagonalu otiska i iz tablica za mašinske materijale pročitati vrednost tvrdoće. U tablicama su izračunate vrednosti u zavisnosti od intenziteta sile i srednje vrednosti dužine dijagonale otiska [2]. Izraz za određivanje tvrdoće po Vikersu, oznaka HV, ima sledeći oblik:

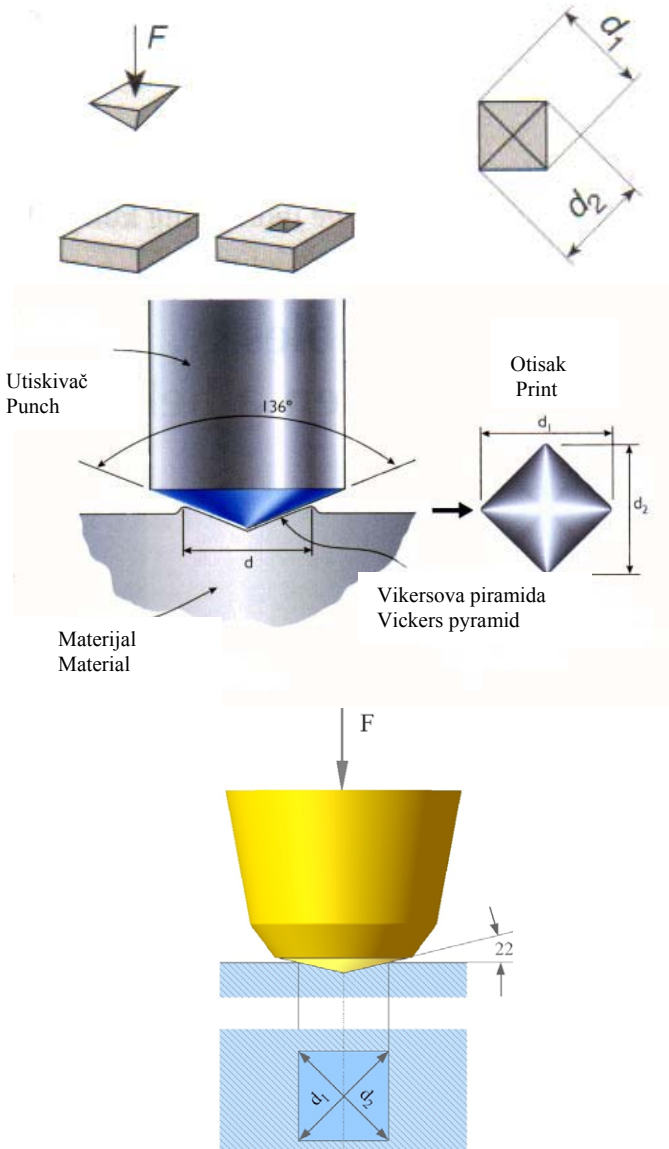
$$HV = \frac{F}{A} = \frac{0.102 \cdot 2 \cdot F \cdot \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 0.189 \cdot \frac{F}{d^2} \quad (3)$$

gde je: $F(N)$ - sila utiskivanja

$A(mm^2)$ - površina otiska u obliku dijamantske piramide sa kvadratnom osnovom

$d(mm)$ - dijagonala otiska

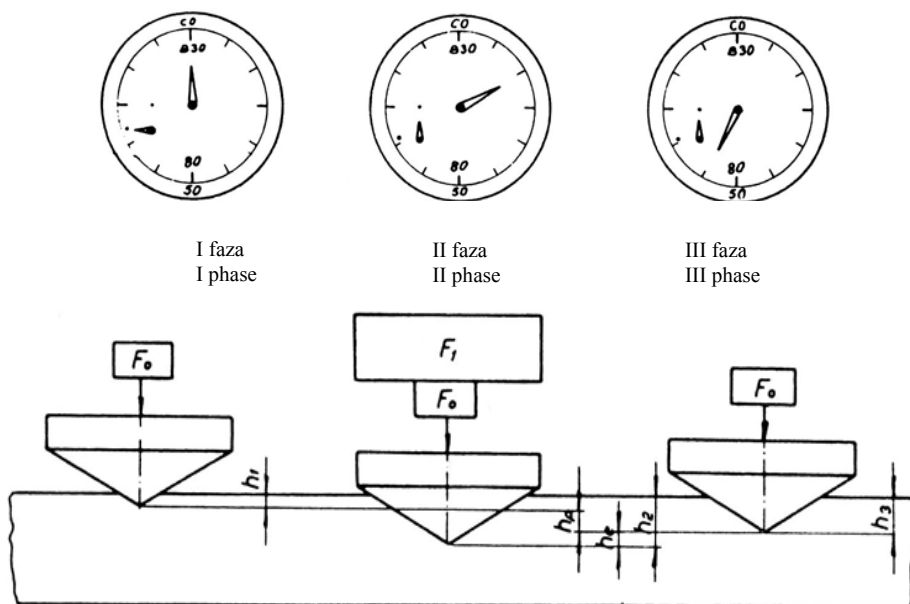
Ova metoda ostavlja veoma mali otisak i koristi se za merenje materijala u širokom opsegu od mekih do veoma tvrdih metala i legura uključujući i termički obrađene čelike. Na slici 1 je data šema merenja tvrdoće Vickersovom metodom.



Sl. 1. Šema merenja tvrdoće po Vickersu
Fig. 1. Measurement scheme of Vickers hardness

Rokvelova metoda

Kod ove metode kao utiskivač se koristi dijamantski konus sa uglom na vrhu od 120° i zaobljenim vrhom sa poluprečnikom zaobljenja od 0.2 mm. Oznaka ove metode je HRC. Utiskivanje se vrši u dve glavne faze: utiskivač se prvo utisne sa malim predopterećenjem, a zatim se dodaje glavno opterećenje. Treća faza se odvija po uklanjanju glavnog opterećenja, tzv. rasterećenje, i meri se dubina prodiranja utiskivača, koja predstavlja tvrdoću materijala. HRC metoda sa dijamantskim konusom koristi se za merenje tvrdih materijala čija tvrdoća je veća od 20 HRC [3]. Na slici 2 je prikazana šema merenje tvrdoće po Rokvel metodi.



Sl. 2. Šema merenja tvrdoće po Rokvelu

Fig. 2. Measurement scheme of Rockwell hardness

Nakon što smo dali kratak prikaz metoda za određivanje tvrdoće materijala, veoma je važno spomenuti da pri trenju materijala iste vrste, u uslovima nesavršenog podmazivanja, treba birati materijale koji se razlikuje po tvrdoći za najmanje 10 jedinica da bi se izbeglo takozvano molekularno povezivanje materijala u sprezi. Tako za manji zupčanik bira se tvrdi materijal nego što je materijal spregnutog većeg zupčanika. Sprege materijala kao što su čelik po čeliku, liveno gvožđe po livenom gvožđu i čelik po livenom gvožđu, primenjuju se pri relativno malim brzinama klizanja frikcionih parova kao što su zupčasti prenosnici, lančani prenosnici, kotrljajna ležišta [4].

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Legirani čelici

Čelik u vidu čeličnih limova (0.6-3mm) je jedan od najzastupljenijih mašinskih materijala poljoprivredne tehnike (traktori, kombajni, sušare, itd ...), pre svega zbog svojih osobina krutosti, izdržljivosti, ekonomičnosti i elastičnosti.

Pri izboru materijala za mašinske delove koji rade u sredinama sa povišenom abrazivnošću i dodirrom sa zemljom, stenama, tečnosti kao što su raonici plugova, članci gusenica traktora, zupci kašika elevatora, lopatice turbina najčešće se primenjuju čelici povećane tvrdoće. Takvi čelici su obično legirani čelici.

Dodavanjem jednog ili, što je bolje, istovremeno nekoliko legirajućih elemenata unose se promene u strukturi i svojstva čelika. Legirajući elementi utiču na promenu svojstava tako da:

- popravljaju mehanička svojstva – zateznu čvrstoću, napon tečenja, dinamičku čvrstoću, tvrdoću, udarnu žilavost, povećanu granicu elastičnosti
- popravljaju otpornost na koroziju
- popravljaju prokaljivost
- dodavanjem legirajućih elemenata može se menjati toplotna i električna provodljivost, magnetna svojstva
- unošenjem legirajućih elemenata i povećavanjem njihovog sadržaja može se uticati na promenu u koncentracijama i temperaturama pojedinih tačaka u dijagramu $Fe-Fe_3C$
- legirajući elementi mogu se rastvarati u rešetki: $\gamma-Fe$ (Ni, Co, Mn) ili u $\alpha-Fe$ (Si, Cr, Mo, V). Čvrsti rastvori legirajućih elemenata izazivaju napone, menjaju oblik i parametre rešetke železa. Stabilizuju ferit na višim a austenit na nižim temperaturama.
- legirajući elementi kao što su Cr, Mo, W, V i Ti, ako ih ima u dovoljnoj količini sa ugljenikom iz čelika grade sopstvene karbide ($Cr_3Cr_2, W_2C, Mo_2C, VC$) ili sa železom i ugljenikom kompleksne karbide (Fe_2W_2C, Fe_2Mo_2C). Ovi karbidi su veoma tvrdi, kruti, postojani na povišenim temperaturama i otporni habanje [3].

U konstrukciji poljoprivrednih mašina posebnu ulogu imaju legirani hromni i manganovi čelici. Mangan smanjuje kritičnu brzinu hlađenja, povećava prokaljivost i povećava otpornost na habanje. Hrom učestvuje u stvaranju specijalnih karbida, smanjuje kritičnu brzinu hlađenja, povećava prokaljivost i dubinu prokaljivanja. Povećava otpornost na koroziju, otpornost na habanje i čvrstoću na visokim temperaturama.

Povećana otpornost na istrošenje legiranih čelika objašnjava se prisustvom i ostalih legirajućih elemenata: nikla, molidbena, silicijuma i volframa. Oni utiču na strukturu čelika, stvarajući ferit, pri čemu se silicijum rastvara u feritu i povećava tvrdoću i čvrstoću a smanjuje pojavu lepljivosti zemljišta na takve materijale. Nikl povećava tvrdoću ali ne učestvuje na smanjenje lepljivosti zemljišta. Volfram i molidben ne utiču

mnogo na povećanje tvrdoće ali smanjuju pojavu lepljivosti zemljišta za površine alata od takvih čelika.

Za delove koji su izloženi habanju u uslovima visokih pritisaka i udara u radu (članci guseničnih platna, delovi drobilica i mlinova, zubi kofice rotornog bagera, zubi kašike bagera, noževi buldožerskih daski i dr.) upotrebljavaju se visokolegirani manganski liveni čelik austenitne strukture sa oznakom Č3160 (~ 1,2%C, ~12,5%Mn). Struktura ovog čelika, posle livenja. Sastoji se iz austenita i veće količine mešovitih karbida $(FeMn)_3C$ raspoređenih po granicama austenitnih zrna, što smanjuje čvrstoću i žilavost. Visoka otpornost na habanje, po celom preseku, ovog čelika objašnjava se ojačavanjem austenita, koji se pri hladnoj deformaciji u toku rada delova (visoki pritisci, udari) u površinskom sloju transformiše u martenzit. Istrošenošću ovog sloja, martenzit se obrazuje u sledećem sloju itd. Ako su, u toku procesa rada, delovi izloženi samo abrazivnom istrošenju i ako nema pojave hladnog ojačanja, kod ove vrste čelika ne dolazi do povećane otpornosti na habanje. Ova vrsta čelika se veoma teško obrađuje rezanjem.

Termička obrada čelika

Kao što smo pomenuli najzastupljeniji specijalni čelici povećane čvrstoće su legirani hromni i manganovi čelici sa martenzitnom strukturom, koji su ojačani metodama termičke obrade, cementacijom i hromiranjem. Termičkom obradom nazivaju se procesi koji se sastoje od zagrevanja do kritičnih temperatura, držanjem na tim temperaturama određeno vreme, a zatim hlađenje određenim načinom i brzinom. Upravo cementacija i hromiranje se svrstavaju u termohemijske obrade čelika, koja se izvodi kao kombinacija termičkog i hemijskog dejstva sa ciljem da se izmeni sastav, struktura i svojstva površinskog sloja.

Termohemijske obrade se izvode zagrevanjem delova do temperatura u čvrstoj, tečnoj ili gasovitoj sredini, pri čemu u zavisnosti od elemenata koji difunduju u površinski sloj razlikujemo više procesa termohemijskih obrada. Sam proces termohemijske obrade se sastoji od: obrazovanja aktivnih atoma elemenata u blizini površine ili neposredno na površini metala, dodira atoma difundujućih elemenata s površinom i njihovo rastvaranje u rešetki železa (apsorpcija) i difuzije apsorbovanih atoma elemenata u dubini elemenata.

Cementacija je termohemijski proces u kojem površinski sloj čelika obogaćuju ugljenikom. Konačna svojstva cementirani delovi dobijaju tek posle kaljenja i niskog opuštanja. Cilj cementacije je da se dobije visoka tvrdoća površinskog sloja (HRC 55-65) a time i visoka otpornost na habanje. U procesu cementacije delovi se zagrevaju u sredini bogatoj ugljenikom i sposobnoj da na temperaturi cementacije oslobode ugljenik u atomskom stanju. Dubina cementiranog sloja zavisi od: vremena i temperature, a u manjoj meri i od hemijskog sastava, kao i od aktivnosti sredstva za cementaciju. Dubina cementiranog sloja može biti od 0,5-1,5 mm, izuzetno i do 10 mm. Sadržaj ugljenika u cementiranom sloju je od 0,9-1 % C. Delovi koji se podvrgavaju procesu cementacije moraju se pripremiti. Sama priprema obuhvata čišćenje i odmašćivanje površina, kao i zaštitu površina koje se ne cementiraju. Površine koje se ne cementiraju prevlače se bakrom, niklom ili premazima na bazi mešavine azbesta, gline, talka i tečnog stakla.

Hromiranje je termohemijski proces difuzionog obogaćivanja površinskog sloja čelika hromom zagrevanjem u odgovarajućoj sredini. Ovaj proces obezbeđuje površinskom sloju čelika visoku tvrdoću, otpornost na habanje, toplotnu postojanost i otpornost na koroziju u sredini kao što su morska voda i azotna kiselina. Hromiranje se izvodi u čvrstoj, gasovitoj i tečnoj sredini. Temperatura procesa hromiranja je od 1000-1500°C u trajanju od nekoliko časova. Struktura hromiranog sloja sastoji se od karbida hroma $(Cr, Fe)_7C_3$ ili $(Cr, Fe)_{23}C_6$, i sloja ispod njega sa visokim sadržajem ugljenika (0,8% C). Tvrdoća hromiranog sloja kod niskougljeničnih čelika je HV 250-300, a kod srednje i visokolegiranih čelika je HV 1200-1300. Dubina hromiranog sloja iznosi 0,15-0,2 mm [3].

U prethodnom odeljku smo spomenuli koroziju. Korozijom se naziva proces razaranja metala usled hemijskog ili elektrohemijskog uzajamnog dejstva sa okolnom sredinom. Ona je veoma zastupljena u eksploataciji poljoprivrednih mašina, pa samim tim izbor materijala otpornih na koroziju zavisi od oblika samog mehanizma razvoja korozije. Osnovni metod povećanja otpornosti na koroziju je legiranje pa se iz tog razloga u mašinstvu najviše koriste visokolegirani koroziono otporni nerđajući čelici. Osim njih značajno je korišćenje visokolegiranih čelika otpornih na koroziju pri povišenim temperaturama [4].

Javlja se kao posledica fizičko-hemijskih procesa pri dodiru metala i agresivne sredine, u slučaju poljoprivrednih mašina, metal-zemlja i vremenom prodire u dubinu metala. Potpuna zaštita metala i njihovih legura je potpuno nemoguća, ali izvesne mere se mogu preduzeti da se problem minimizira. Kao što smo spomenuli, izbor materijala je veoma važan faktor i korisno je poslužiti se preporukama o koroziono otpornosti materijala u određenim agresivnim sredinama (katalozi proizvođača i priručnici). Takođe, važan faktor je i cena. Nije uvek ekonomski opravdano upotrebiti materijal koji ima optimalnu otpornost na koroziju. Ponekad je korisnije izabrati drugi materijal i neku drugu metodu zaštite.

Delovi sredstava mehanizacije, u toku eksploatacionog veka dolaze u dodir sa zemljištem, vodom, mineralnim i organskim đubrivom, sredstvima za zaštitu bilja, biljaka (zelenim i suvim). Koroziona sredina poljoprivredne mehanizacije nije jednoznačno određena svojim karakteristikama već se veoma razlikuje u zavisnosti od mesta rada, čuvanja i skladištenja mašine, tehnološke operacije koja se s njom izvodi, režima rada, meteoroloških uslova, itd. Ona je veoma specifična i ima promenljive karakteristike koje zavise od korozivnosti zemljišta, sastava zemljišnih rastvora, atmosferskih dejstava, vlažnosti vazduha, prisustva mikroorganizama, mineralnih đubriva i drugih komponenata koje su korozivne ili u reakciji sa nekim drugim supstancama prave korozive [5].

Kad je reč o konstruisanju, najvažnije je kod konstruktivnih delova sprečiti formiranje galvanskog elementa. Dva različita elementa ne smeju biti u direktnom dodiru na mestima koja su izložena agresivnoj sredini jer se formira galvanski element i pojavljuje korozija. U takvim slučajevima delove izrađene od metala sa različitim električnim potencijalima potrebno je na mestima dodira razdvojiti nemetalnim materijalima otpornim na koroziju, kao što su zaptivači i podmetači, da bi se sprečio električni kontakt među njima. Potrebno je izbegavati zazor između konstruktivnih delova koji se mogu javiti pri spajanju, jer se u njima vlaga i elektrolit se zadržavaju

duže vreme. Spajanje delova konstrukcije uraditi zavarivanjem, izbegavati lemljenje i zakovane spojeve.

ZAKLJUČAK

U radu je prikazan niz detalja na koje treba obratiti pažnju pri selekciji mašinskih materijala u konstruisanju poljoprivrednih mašina. Tvrdoca materijala koja utiče na ponašanja istih materijala pri kontaktu sa abrazivnom sredinom. Definisani su koji od legiranih čelika su najzastupljeniji u eksploataciji sa svim svojim termohemijskim obradama, kao što su cementacija i hromiranje. Obzirom na sve teže uslove koji se sa razvojem nauke i tehnike postavljaju pred materijale, treba naći optimalan mašinski materijal sa najboljim svojstvima vodeći računa o strukturi, obradi i primeni tog materijala u poljoprivrednoj tehnici.

LITERATURA

- [1] Oljača, M., Raičević, D., 1999. *Mehanizacija u melioracijama zemljišta*, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [2] Đorđević, V., Vukićević, M., 2001. *Mašinski materijali – praktikum za vežbe*, Mašinski fakultet, Beograd.
- [3] Đorđević, V., 2000. *Mašinski materijali* (knjiga) – prvi deo, Mašinski fakultet Beograd.
- [4] Radovanović, L.J., Desnica, E., Pekaz, J., 2008. *Analiza materijala poljoprivrednih mašina sa aspekta povećanja pouzdanosti*, Časopis Traktori i pogonske mašine, Vol. 13, No. 3, 95-102
- [5] Trifunović, M., Lačnjevac, Č., Perić, R. 2009. *Korozija i zaštita poljoprivrednih mašina*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 1, 61-70, Beograd.
- [6] Ašonja, A., 2009. *Održavanja kotrljajnih ležajeva na poljoprivrednim mašina*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 1, 53-60, Beograd.
- [7] Mileusnić, Z., Petrović, D., Miodragović, R., Dimitrijević, Aleksandra, 2010. *Uticaj uslova eksploatacije traktora na njegovu pouzdanost i radni vek*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 1, 59-67, Beograd.
- [8] Veljić, M., Marković, D., 2006. *Uticaj radnih elemenata i koncepcija mašina na racionalnu obradu zemljišta*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet, Br. 2, 73-78, Beograd.

USAGE OF SPECIAL TYPES OF STEEL IN DESIGNING AND PRODUCTION OF AGRICULTURAL MACHINERY'S WORKING ELEMENTS

Srdan Bulatović

University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia

Abstract: Material selection is very important factor for agricultural machines development. This paper shows basic characteristics and knowledge of structure, metal working and usage of special types of mechanical materials, that are frequently used in

manufacturing and designing of working elements and special working elements in agricultural machinery. Special types of mechanical materials, such as specific steel alloys and it's characteristics had been analysed. This paper outlines selection of steel alloys in designing working elements of agricultural machinery for soil cultivation, mostly because of extension life of construction elements and successful working process.

Keywords: *steel alloys, designing, choice, usage, working elements of machines*

Datum prijema rukopisa:	03.10.2011.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama:	10.11.2011.
Datum prihvatanja rada:	11.11.2011.